



FJ-G-92-7w

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07120792 A**(43) Date of publication of application: **12.05.95**

(51) Int. Cl. **G02F 1/139**
G02F 1/1333
G02F 1/1343

(21) Application number: **06113253**(22) Date of filing: **27.05.94**(30) Priority: **31.08.93 JP 05214625**(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**(72) Inventor: **ISHIKAWA MASAHITO**
HISATAKE YUZO(54) **LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT**

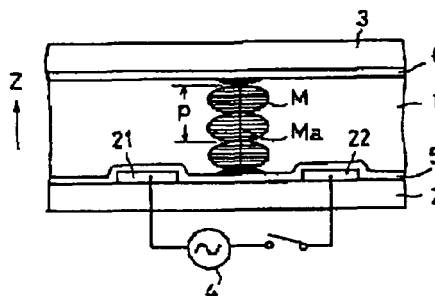
(57) Abstract:

PURPOSE: To provide the liquid crystal display element featuring high transmittance, low driving voltage and good responsiveness by forming the element in such a manner that the liquid crystal molecules of the liquid crystal layer on substrate surfaces between a pair of electrodes are twist arranged with the spiral axis nearly parallel with the substrate surfaces and nearly parallel with the normal of the substrates, thereby generating selective reflection.

CONSTITUTION: The liquid crystal molecules M of the liquid crystal layer 1 are twist arranged. The substrates 2, 3 hold the liquid crystal layer 1 therein and the surface of the lower substrate 2 is provided with the electrodes 21, 22. Oriented films 5, 6 regulate the arranging direction of the liquid crystal molecules M to arrange the liquid crystal molecules M in a direction nearly parallel with the surfaces of the upper and lower substrates 2, 3. The liquid crystal molecules M have the twist arrangement having the spiral axis Ma nearly parallel with the normal direction z of the substrates and the oriented films assure the specified twist pitch p when not impressed with the voltage. The electrodes 21-22 are connected to a power source 4. The electric field in the surface direction of the substrates, i.e., transverse electric field, is

generated between the electrodes 21 and 22 by applying a potential difference to the electrodes 21, 22. The twist arrangement of the liquid crystal 1 is distorted by the electric field when there is dielectric anisotropy in the liquid crystal.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



FJ-G-92-7w

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-120792

(43) 公開日 平成7年(1995)5月12日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 0 2 F 1/139				
1/1333				
1/1343				
		9315-2K	G 0 2 F 1/137	5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全5頁)

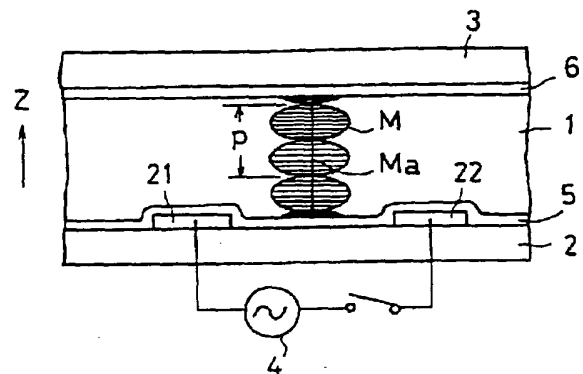
(21) 出願番号	特願平6-113253	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22) 出願日	平成6年(1994)5月27日	(72) 発明者	石川 正仁 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
(31) 優先権主張番号	特願平5-214625	(72) 発明者	久武 雄三 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
(32) 優先日	平5(1993)8月31日	(74) 代理人	弁理士 大胡 典夫
(33) 優先権主張国	日本 (JP)		

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【構成】 2枚の基板2、3間に挟持された液晶層1をコレステリック液晶とし、一方の基板の表面に形成した一対の電極21、22により基板の表面方向に電界を印加して液晶層のねじれ配列を制御し液晶層の選択反射を制御する。

【効果】 透過率の高い、低電圧駆動のカラー表示に適した液晶表示素子が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】2枚の基板と、これら基板間に挟持された液晶層と、前記基板表面に形成され前記液晶層に電界を印加する電極とからなる液晶表示素子において、前記電極が少なくとも一方の基板の表面に基板表面方向に対向して形成され、基板の表面方向に電界を形成する少なくとも一対の電極からなり、少なくとも前記一対の電極間の基板表面上の液晶層の液晶分子が、基板表面に対しほぼ平行で、かつ、基板表面法線とほぼ平行ならせん軸をもってねじれ配列して選択反射を生じることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】液晶層の平均屈折率 n と液晶分子のねじれ配列のピッチ長 p との積 $n \times p$ が、可視の波長範囲内であることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項3】前記電極間に電位差を与えることにより選択反射の主波長を変化せしめ、電極間に電位差が無いときの選択反射の主波長が可視の波長範囲の最短波長以下であることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項4】液晶を挟む基板の表面法線方向に2つの液晶層が配置され、前記2つの液晶層は互いにねじれ方向が相反する方向にねじれ配列しており、ねじれ配列のらせん軸は互いにほぼ平行かつ前記基板表面法線とほぼ平行であり、前記2つの液晶層は選択反射を生じることを特徴とする液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶表示素子に係わり、特に透過率が高く、低電圧駆動の液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示素子は、薄型軽量、低消費電力という利点をもちテレビやOA機器の表示装置としてよく用いられる。これらに用いられている液晶表示素子(LCD)のほとんどは、ねじれネマティック液晶が用いられており、表示方式としては、TN形とSTN形の2つに大別できる。このようなTN形やSTN形を含む全てのLCDは非発光型であるため、暗所で使用する場合にはLCDの背面から照射する光源(バックライト)が必要である。LCDは低消費電力であることが特徴であるが、バックライトの消費電力は大きく、バックライトを具備したTN形やSTN形のLCDの場合、必ずしも消費電力は小さくならない。これはバックライトの消費電力を小さくするにはバックライトの輝度を低下させることが、最も効率が良い。バックライトの輝度を低下させ、LCDの表示面の輝度を上げるには、LCDの透過率を上げること必要である。TN形やSTN形のLCDは偏光板が必要で、偏光板の自然光に対する透過率は最大50%であるため、透過率を50%以上にすることは不可能である。

【0003】一方、偏光板を用いなくても表示できる表

示モードとして散乱型がある。散乱型としては、動的散乱モード(DSM)が旧来あるがこれは散乱を制御するのが電流であるために消費電力が大きく、耐久性・信頼性の点からも実用に向かない。この他の散乱型として、1985年にFergasonが表示装置としてNCAP(Nematic Curvilinear Aligned Phase)を提唱(J.L.Fergason, SID Digest Tech. Papers, 16,68(1985))され、その後PN-LCD(Polymer Network Liquid Crystal Display)が提案された(小川洋、藤沢宣、丸山和則、高津晴義、竹内清文、第15回液晶討論会、204(1989))。NCAP(PD-LCD(Polymer Dispersed Liquid Crystal Display)とも呼ばれる)は微細な球状の空穴をもつポリマーにネマティック液晶が入りこんだ構造をしている。一方、PD-LCDはポリマーがPN-LCDの様に球状の空穴を持つ形状ではなく網目状の形状をしており、ポリマーのない箇所にネマティック液晶が充填された構造をしている。これらは偏光板が無くとも表示が可能で、電圧を印加していないときには液晶分子はランダムな配列で白濁した状態を示し、これに電圧が印加されると液晶分子の向きが揃えられて光が透過する。これらは、電圧のオン、オフで透明と白濁を選択して表示する。しかし、PD-LCDやPN-LCDは、しきい値電圧が高い、電気光学特性にヒステリシスがある、応答速度が低いと言う問題点があり、実用上大きく問題となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のねじれネマティック表示方式によるものは、偏光板を用いるため透過率が低く、バックライトを具備した機器の消費電力が大きくなる。他方、PN-LCDやPD-LCDは高電圧駆動、ヒステリシス、応答性で改善の余地がある。

【0005】本発明は透過率が高く、低駆動電圧で、しかも応答性がよい液晶表示素子を得るものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、2枚の基板と、これら基板間に挟持された液晶層と、前記基板表面に形成され前記液晶層に電界を印加する電極とからなる液晶表示素子において、前記電極が少なくとも一方の基板の表面に基板表面方向に対向して形成され、基板の表面方向に電界を形成する少なくとも一対の電極からなり、少なくとも前記一対の電極間の基板表面上の液晶層の液晶分子が、基板表面に対しほぼ平行で、かつ、基板表面法線とほぼ平行ならせん軸をもってねじれ配列して選択反射を生じることを特徴とする液晶表示素子を得るものである。

【0007】さらに、上記において液晶層の平均屈折率 n と液晶分子のねじれ配列のピッチ長 p との積 $n \times p$ が、可視の波長範囲内である液晶表示素子を得るものである。

【0008】さらに、前記電極間に電位差を与えること

3

により選択反射の主波長を変化せしめ、電極間に電位差が無いときの選択反射の主波長が可視の波長範囲以外の波長であり、あるいは可視の波長範囲の最短波長側である液晶表示素子を得るものである。

【0009】さらに、反射率を高めるために、基板の表面の法線方向に2つの液晶層が配置され、2つの液晶層は互いにねじれ方向が相反する方向にねじれ配列しており、ねじれ配列のらせん軸は互いにはほぼ平行かつ表面の法線とはほぼ平行であり、2つの液晶層ともに選択反射を生じる液晶表示素子を得るものである。

【0010】

【作用】液晶分子が配向界面の規制力に依存せずに自発的にらせん状にねじれた配列をする液晶をコレステリック液晶と称する。一般に、ねじれ角の大きなスーパーツイステッドネマティック（STN）型液晶表示素子には、ねじれないネマティック液晶材料にコレステリック液晶を混入したものが用いられる。ある条件のねじれ配列をした液晶セルに光が入射すると、ある特定の波長の光だけが反射される現象（選択反射）が起きる。すなわち、選択反射が起きると液晶セルが色付いて見える。この選択反射現象を表示素子へ応用したのが本発明の基本である。

【0011】選択反射の反射光の最大波長は、ねじれ配列した液晶の螺旋ピッチ長（液晶分子がねじれ配列する際に、 360° 液晶分子がねじれるのに要する距離） p とコレステリック液晶の平均屈折率 n とを乗じた値 $n \times p$ に依存する（J.L.Ferguson; Molecular Crystals, 1, pp.293-307(1966)）。

【0012】図1は、本発明の液晶表示素子の基本原理を説明する図である。符号1は液晶層を示し、その液晶分子Mはねじれ配列している。基板2および3は液晶層1を挟持し、下基板2の表面上には電位を異ならしめることができる電極21と22とを具備している。5、6は配向膜であり、液晶分子の配向方向を規制し、液晶分子を上下基板2、3の表面にほぼ平行な方向に配列する。また液晶分子Mは基板法線方向 z にはほぼ平行ならせん軸Maをもつねじれ配列をもち、配向膜は電圧無印加時のねじれピッチ p を一定に確保する。電極21、22には外部から電位差を与えることができる電源4と電気的に接続される。電極21、22に電位差を与えることで、電極21、22間に基板表面方向の電界すなわち横電界を生じ、液晶に誘電異方性がある場合には、電界により液晶1のねじれ配列が歪む。配列の歪み具合により見かけ上のらせんピッチ長 p が変化し、これにより選択反射の最大波長が変化して、表示色が変化する。印加する電圧値により赤、緑、青3色を選択的に表示させることができる。

【0013】図2に電極21、22に印加する電圧を変化させたときの、反射光の分光特性を示す。印加電圧を増加することにより、選択反射の主波長 λ_0 が λ_1 から

4

λ_2 へと長波長側に移行しているのが分かる。このように、印加する電圧の大きさを変化することで表示色を自由に制御できる。この見かけのらせんピッチは、電界の印加により短くなるのが一般的であり、この場合、表示色の変化範囲を広げると電極間に電位差が無いとき（電圧無印加時）の選択反射の主波長 λ_0 が可視の波長範囲以外の波長あるいは可視の波長範囲の最短波長側にあることが望ましい。これにより電圧印加時のみ主波長 λ_1 、 λ_2 を可視波長範囲に入るようにする。しかし、見かけのらせんピッチ長が電界の印加により短くすることが可能である場合や、電圧信号により制御する選択反射の最大波長範囲を故意に限定する場合は、この限りではない。

【0014】さて、選択反射にはねじれ配列の方向に依存した性質がある。例えば、左ねじれ配列液晶セルに左円偏光光と右円偏光光とが入射すると、左円偏光光は反射して右円偏光光は透過する。前述の図2の反射率の最大値が約50%であるのはこのためである。この場合でも従来の偏光板方式に比べて明るい表示が得られる。より色純度を高める必要がある場合は反射率の最大値を50%より高める必要が生じる。発明者等は、50%以上の反射率を得ることができる構成として、右ねじれ配列液晶層と左ねじれ配列の2つの液晶層を光路上に配置する構成を提供する。右ねじれ配列液晶層は右円偏光光を選択反射し、残る左円偏光光を透過する。透過した左円偏光光は左ねじれ配列液晶層で反射され、再度、右ねじれ配列液晶層を透過して右円偏光光とともに素子の反射光となり、総合的に50%を越える反射率を得ることが可能になる。

【0015】選択反射制御されるねじれ配列液晶層は誘電異方性が正である液晶の他、誘電異方性が負の液晶や、磁気異方性のある液晶を用い磁場を印加することによっても同様な効果が得られる。

【0016】

【実施例】本発明の液晶表示素子の実施例を詳細に説明する。

【0017】（実施例1）図3（a）、（b）は本発明の一実施例を示している。

【0018】間隙を $10\mu\text{m}$ とした透明なガラス基板2および3間に液晶層1が挟持されている。下基板2上に光吸収性電極21、22が、それぞれ平行に対向する電極部21a、22a間が $20\mu\text{m}$ となるように形成される。電極21はT字形パターンを有し、電極22はC字形パターンを有して、電極21を電極22が取り囲む配置の電極の組を一画素とした、単純マトリクス配列で電極群を配列している。

【0019】上下基板2、3の液晶層1に接する面に配向膜5、6が塗布され、それぞれラビングによる水平配向処理が施されている。下基板の配向処理方向は平行に配向する電極部21a、22aにはほぼ平行な方向とす

る。液晶層 1 は誘電異方性が正のネマティック液晶（商品名 ZLI-4446、イー・メルク社製）にカイラル剤（商品名 CB15、イー・メルク社製）を混合したものをを用い、ねじれピッチが 200 nm になるように調合した。液晶の平均屈折率 n は 1.658 で、電圧無印加時の選択反射の最大光波長は可視の波長範囲外で最短波長以下の 330 nm である。液晶分子は基板表面に対しはほぼ平行で、基板面の法線 z にはほぼ平行ならせん軸でねじれ配列する。

【0020】本構成の液晶表示素子の電極 21、22 間に電圧を増減させて電気光学特性を測定したところ、印加電圧にしたがって選択反射する光の波長が変化し、各光波長で、素子の透過率が従来の偏光板型液晶表示素子と比較して 3 倍以上得られ、良好なカラー表示が得られた。また、実用上問題の無い応答とコントラスト比の高い良好な表示を得ることに成功した。

【0021】なお、上記実施例において、電極を上基板に同様に形成すると、液晶分子に対する横電界の作用を大きくすることができて、駆動に有利になる。

【0022】（実施例 2）図 4 は本発明の他の実施例を示すもので、2 枚の透明基板 2、3 間に 2 層の液晶層 1a、1b が積層充填されている。液晶層 1a の液晶分子 MR と液晶層 1b の液晶分子 ML はねじれ配列しており、各ねじれ方向が逆で MR が右ねじれ配列、ML が左ねじれ配列である。本実施例では、液晶層 1a に誘電異方性が正のネマティック液晶（商品名 ZLI-4446、イー・メルク社製）にカイラル剤（商品名 CB15、イー・メルク社製）を混合したものをを用い、実施例 1 の液晶層と同構成とし、液晶層 1b に誘電異方性が正のネマティック液晶（商品名 ZLI-4446、イー・メルク社製）に上記カイラル剤と逆のねじれをもつカイラル剤（商品名 R-811、イー・メルク社製）を混合したものをを用いた。これらの液晶層ともに同一厚みとし、ねじれピッチ p_a 、 p_b を 200 nm と同一とした。

【0023】下基板 3 の表面上には電位を異ならしめることができる電極 31、32 を具備しており、実施例 1 の電極と同様の電極パターンで各画素部を形成している。さらに液晶層 1a、1b を分離するために、透明な遮壁 23 を層間に設けており、各液晶層の画素部が遮壁 23 を境に隣接して重なるようにしている。上下基板 3、2 および遮壁 23 の液晶層 1a、1b に接する面に配向膜 5、6 を形成する。この配向膜は液晶分子の配向方向を規制し、液晶分子を上下基板 3、2 の表面にほぼ平行な方向に配列する。

【0024】また、液晶分子 ML、MR は基板表面の法線方向 z にはほぼ平行ならせん軸 M_a 、 M_b をもつねじれ配列をもち、配向膜 5、6 は外部駆動電源 4 に接続された電極 31、32 への電圧無印加時のねじれピッチ p_a 、 p_b を一定に確保する。電極 31、32 に電位差を与えることで、電極 31、32 間に基板表面方向の電界

すなわち横電界を生じ、液晶に誘電異方性がある場合には、電界により液晶層のねじれ配列が歪む。配列の歪み具合により見かけ上のらせんピッチ長が変わり、これにより選択反射の最大波長が変化して、表示色が変化する。印加する電圧値により赤、緑、青 3 色を選択的に表示することができる。

【0025】図 5 に電極 31、32 に印加する電圧 v を v_0 、 $1v$ 、 v_2 と変化させたときの、反射光の分光特性を示す。印加電圧を増加することにより、選択反射の主波長 λ_0 を波長 λ_1 さらに波長 λ_2 へと長波長側に移行していくのがわかる。この場合、反射光強度が図 2 の場合よりも大きく、色純度がよい。各波長で光の反射率が実施例 1 以上に高い表示が得られた。また実用上問題のない応答とコントラスト比の高い良好な表示を得ることができた。

【0026】ここで 2 つの液晶層 1a、1b に同一電界を印加しているが、それぞれ別個の電界が液晶層に印加されても同様な効果が得られる。また液晶層 1a のねじれピッチ p_a と液晶層 1b のねじれピッチ p_b を故意に異なる値にしても同様な効果が得られる。また上下液晶層の液晶材料や層厚を変えることも可能である。

【0027】また、本発明を TFT や MIM などの 3 端子、2 端子素子を用いたアクティブマトリクス液晶表示素子に応用しても優れた効果が得られることは言うまでもない。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、透過率が高くバックライトの輝度が小さくて済む消費電力の小さな液晶表示素子を実現することができる。また、電圧値制御のみでカラーフィルターを用いずにカラー表示を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の液晶表示素子の作用を説明する断面図。

【図 2】本発明の液晶表示素子の電圧変化時の分光反射特性を示す曲線図。

【図 3】本発明の一実施例を説明するもので、(a) は電極を示す平面図、(b) は (a) の A-A 線に沿う素子の断面図。

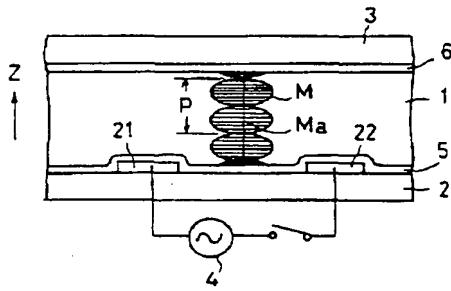
【図 4】本発明の他の実施例の構成を示す断面図。

【図 5】本発明の他の実施例の電圧変化時の分光反射特性を示す曲線図。

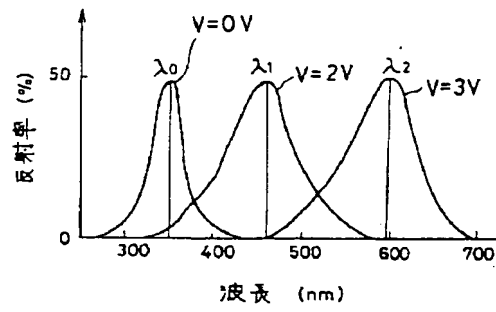
【符号の説明】

1・・・液晶層
2・・・下基板
3・・・上基板
4・・・電源
5、6・・・配向膜
21、22・・・電極

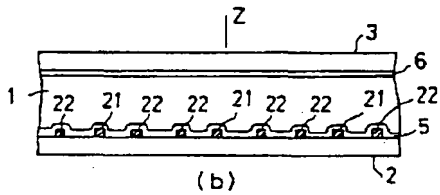
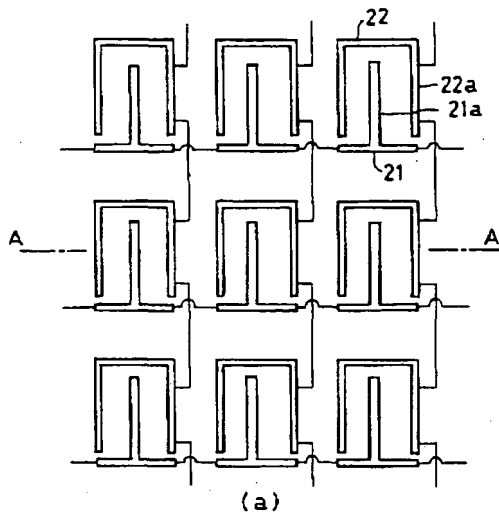
【図1】



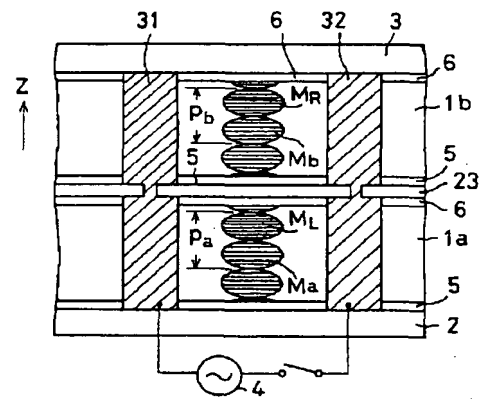
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

